

理学博士山内恭彦君の「原子スペクトル理論への群

論の応用」に対する授賞審査要旨

千九百二十年代に量力学が完成すると共に、原子スペクトル理論も面目を一新し、原理的に多体問題に対するシュレーディンガー方程式を解くことによつて、原子のエネルギー準位を正確に決定できることが明らかになつた。しかし実際問題としては、シュレーディンガー方程式を直接解くことは一般に不可能に近かつた。この点を補うものとして、ウイグナー・ワイル等は群論を量子力学等に応用することによつて、原子スペクトルの理論的研究にも新しい道を開いた。山内博士は早くからこの方面の研究に従事し、特に対称群及び回転群の表現論を応用して、原子のエネルギー準位を決定する一般理論を展開した。これに関係ある山内氏の業績の中で最も顕著なのは、対称群の表現行列を系統的且つ具体的に決定する巧妙な方法を案出し、実際その計算を遂行した点にある。この方法の概略は次の如くである。

幾つかの電子をふくむ原子の状態は全軌道角運動量の大きさ、全スピン角運動量の大きさ及び全角運動量の大きさを表わす三つの量子数 $L \cdot S \cdot J$ によつて特徴づけられ、同じ $L \cdot S \cdot J$ に属する状態が、多重項を形成する。各々の多重項のエネルギー準位を決定するには、一般に電子の座標を置換する演算子の行列表現を知る必要がある。所が電子はパウリの排他律に従うから、電子の座標の置換とスピンの置換との間には簡単な関係がある。従つて問題はスピン

の置換の行列表現を求めることに帰着させられる。山内博士はスピンの置換をあらわすディラックの演算子及びスピン角運動量の合成に関する分岐則を手がかりとして、表現行列を系統的に決定する方法を案出した。これによると n 個の電子の場合の表現行列がわかつておれば、 2^n 個の電子の場合の表現行列が計算できる。所が二個の場合の表現行列はよく知られているから、三個・四個等の場合を順次決定してゆくことができる。

更にこの方法は同じ軌道状態を二個の電子が占めている場合にも拡張することができる。それ故例えば最外部の幾つかの電子を除いた内殻の状態を与えた場合に、原子全体としてのエネルギー準位を決定することもできる。

これ等の方法を具体的に原子内の種々の電子配置に適用してエネルギー準位の表式を導き、その中にふくまれる軌道函数に関する積分の値を経験的に定めることによつて、多数の原子についての分光学的実験結果を説明し、準位の正しい解釈を与えることに成功している。

山内博士の案出した方法は、スレーターの初等的な方法よりも美しく且つ一般性を有し、専門学者の間で高く評価されている。例えばイー・エム・コーソンの著書「量子力学における摂動法」の中で、十数頁に亘つて詳しく紹介されている。

更にこの方法は単に原子構造の問題に限らず、分子の理論、原子核構造の理論等にも役立つものである。実際山内博士は群論的方法によつて原子核の結合エネルギーを論じ、マイヤーの殻模型に先立つて、原子核に対しても単体近似がある程度有用であることを示している。最近原子核の殻模型の研究が進展するにつれて、原子内の電子系に用いられていた種々の方法が原子核内の核子系に適用されつつあるが、山内博士の業績はこの観点から新しい意義を認

められてきている。例えば、イギリスのヤーン一派の人達は、「ヤング・山内の既約表現行列作製法」「山内記号」等を駆使して成果を収めている。

山内博士は更に遷移確率に関する研究、電子衝突による励起過程、電子及び光子の衝突によるイオン化過程、電子が原子に附属して負イオンを作る過程に関する研究を発表している。特に酸素原子及びイオンについてこれ等の過程を具体的に計算し、天体物理学及び電離層、極光等の理論に対し有用な資料を提供している。これ等の計算には多数の常微分方程式の数値解法がふくまれているが、その一部は山内博士が東京大学理工学研究所において試作整備した微分解析機を使つて行われた。

以上の業績は全体として原子構造論・分光学、応用数学のみならず、原子核構造論・天文学・地球物理学にも貢献する所が少なくないが、特に原子スペクトルの群論の応用に関する研究は国際的に高く評価され、理論物理学の進歩に大きな貢献をしてきたことが認められる。